

**APPENDIX P**  
**Master Plan Assumptions Concerning**  
**the Public Law 106-457**

November 5, 2002. Tijuana, Baja California. (Updated; April, 2003)

Lic. Hermila Tinoco Téllez  
Subdirector de Planeación  
Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana  
Blvd. Federico Benítez No. 4057, Colonia 20 de Noviembre,  
Tijuana, Baja California. C.P. 22430

Subject: Potable Water and Wastewater Master Plan for Tijuana and Playas de Rosarito  
– United States Public Law 106-457 infrastructure analysis inclusion

Ms. Tinoco:

The purpose of this letter is to confirm the manner in which the master plan will include the United States Public Law 106-457 infrastructure analysis. The consultant is asked to include a scenario with the Public Law and a scenario without the Public Law as part of the scope of work. The manner in which to include these two scenarios has been discussed in other meetings and is presented below.

The master plan has developed 12 integral alternatives, all of which can be subject to the inclusion of the Public Law infrastructure (a scenario with the Public Law can be included in every one of these alternatives). The prioritization of the 12 alternatives, without the addition of the Public Law, based on the evaluation criteria has been proposed. Once a specific alternative has been selected, an analysis of the modification in the selected alternative for the case in which the Public Law will be implemented will be made.

The results will be presented with and without the Public Law. In this manner, the master plan will present the selected alternative for the case in which the Public Law will be implemented. The analysis will be made based on the assumptions presented in the memorandum presented to the Technical Committee, dated September 19 (attachment).

The master plan will also discuss whether there is a need for an additional 25 mgd of secondary treatment capacity for Tijuana at the Public Law facility if implemented (see Public Law 106-457, Section 804 a2.).

Beside the assumptions presented in the memorandum, it is necessary to make assumptions pertaining to the responsibility of the different cost components on the part of CESPT, given that this is not mentioned in detail in the Public Law and CESPT has not been able to define this aspect. The assumptions that will be made are:

Hermila Tinoco

November 5, 2002

Page 2

- It will be considered that the capital costs and operation and maintenance costs of the treatment plant will not be responsibility of CESPT. It is assumed that the U.S. Government will bear those costs as part of the fee-for-service contract with the owner/operator of the Public Law facility.
- The flows from the pump stations and conveyance lines to the Public Law plant will be assumed as responsibility of CESPT for flows exceeding 1,100 l/s.

I await your expedited response with respect to these assumptions in order to proceed with the analysis.

Sincerely,



Enrique J. Lopez Calva

Project Manager

Camp Dresser & McKee Inc.

c.c.p.Evelyn Wachtel

c.c.p.Wendi Shafir

c.c.p.Héctor Valadez

c.c.p.Betsabé Romero

c.c.p.File



## Memorandum

*To:* Binational Technical Committee

*From:* CDM

*Date:* September 19, 2002 (Updated, April, 2003)

*Subject:* Potable Water and Wastewater Master Plan for the Municipalities of Tijuana and Playas de Rosarito – Public Law Assumptions

For the completion of the master plan, it is necessary to define the characteristics and general operation of the plant of the Public Law for its incorporation in the alternative analysis process.

At present, the implementation of the Public Law has not been defined by the agencies involved in the implementation of the Public Law. Therefore, it is necessary to make assumptions with respect to the characteristics of this plant. These assumptions are presented below, based on the questions sent to CESPT electronically on May 24, 2002, for which CESPT has not received a response from the Mexican Section of the International Boundary and Water Commission (CILA). CDM has decided to proceed with these assumptions, in order to continue with the development of the master plan.

1. It is assumed that only one plant will exist.
2. It is assumed that the plant will be located in the area that has been conceptually presented in the alternatives of the master plan, in the Alamar River basin.
3. If necessary for flow analysis, peak factors will be assumed for the Public Law equal to the peak factors used for the conceptual design of the other plants of the alternatives of the master plan. The existence of a daily average pumping of 1,100 l/s from the PITAR is assumed. Flows of raw-wastewater in addition to the 1,100 l/s from the international plant will be pumped in Tijuana and maximum-hour flows will be used.
4. Capacities in terms of daily average, maximum month, maximum day, and maximum hour (hydraulic, as well as organic): The Public Law establishes that the plant is no more than 50 mgd (2,200 l/s), unless the master plan determines the need for an additional 25 mgd (1,100 l/s). The plant will not exceed 3,300 l/s.

Potable Water and Wastewater Master Plan for the Municipalities of Tijuana and Playas

de Rosarito

September 19, 2002

Page 2

5. The assumption is made that the Public Law refers to a daily average. For a monthly maximum, daily maximum and hourly maximum, the same peak factors for the other plants in the master plan are assumed. The organic capacity is determined with the same organic flow values used in the other plants of the master plan.
6. The assumption is made that secondary treatment will be performed without nutrient removal, as defined in the "Federal Water Pollution Control Act", as established in the Public Law. It is assumed that this level of treatment is sufficient for discharge of the effluent in the San Diego ocean outfall plant.
7. Non-reused effluent disposal in the South Bay Ocean Outfall is assumed. The quality of the secondary level is assumed to be sufficient in the case of this plant.
8. It is assumed that the South Bay Ocean Outfall will be used at no cost for CESPT. The United States government will bear those costs as part of the fee-for-service contract with the owner/operator of the facility.
9. It is assumed that operations begin in the year 2006.
10. It is assumed that whatever sludge produced will be the responsibility of the owner/operator of the facility as part of the fee-for-service contract that would be established as part of the law.
11. Future expansion is not considered.

# **APPENDIX Q**

## **Pipelines with Insufficient Capacity in Maximum Flow Conditions (2001)**

**Apéndice Q**  
**Tuberías con capacidad insuficiente en condiciones de gasto máximo previsto (2001)**

ID	From ID	To ID	Diameter (mm)	Length (m)	Nombre del Colector o Sub-colector	Ubicación		
						Sobre la calle	de	hasta
11	12	14	610	90.53	C. Monte de los Olivos	Nacional	Ampliación constitución	Hermenegildo Galeana
43	44	46	610	39.37	C. Monte de los Olivos	Calpuli	Teotihuacanos	Tiltepec
55	56	58	760	45.09	C. Monte de los Olivos	Mayas	Monte alban	Guadalupe Victoria
125	126	128	610	60.05	C. Monte de los Olivos	Principal	Jacaranda	Invernadero
221	222	224	910	28.84	C. Insurgentes	Insurgentes	Camichin	Campos
223 a 243	224	246	530	903.48	C. Insurgentes	Insurgentes	Camichin	Campos
245 a 269	246	272	610	841.34	C. Insurgentes	Insurgentes	Camichin	Campos
279 a 298	280	298	610	700.62	C. Insurgentes	Insurgentes	Campos	Camino al Aeropuerto
301 a 373	302	376	1,070.00	1,561.60	C. Insurgentes	Insurgentes	Campos	Camino al Aeropuerto
375 a 391	376	394	910	1179.64	C. Insurgentes	Insurgentes	Campos	Camino al Aeropuerto
401 a 405	402	408	1,220.00	188.03	C. Insurgentes	Insurgentes	Campos	Camino al Aeropuerto
467	470	472	760	81.55	Int. Poniente	Cuervo		
479	482	484	760	179.03	Int. Poniente	Camino Antiguo a Tecate		
501	494	506	760	8.83	Int. Poniente	Camino Antiguo a Tecate		
507	510	512	760	100.83	Int. Poniente	Camino Antiguo a Tecate		
515	518	520	760	11.27	Int. Poniente	Camino Antiguo a Tecate		
517	520	522	760	59.57	Int. Poniente	Chihuahua	Zacatecas	Parral
519	522	524	760	73.89	Int. Poniente	Chihuahua	Zacatecas	Parral
535	538	540	1,070.00	57.72	Int. Poniente	Al Parque		
551	554	556	1,070.00	198.22	Int. Poniente	Calle Cuatro	San Martín	Manuel J.C.
553	556	558	1,070.00	166.77	Int. Poniente	Calle Cuatro	San Martín	Manuel J.C.
575	578	580	1,070.00	84.05	Int. Poniente	Calle B	Edith	Bernardo
577	580	582	1,070.00	87.09	Int. Poniente	Calle B	Edith	Bernardo
583	586	588	1,070.00	127.23	Int. Poniente	Calle C	San Antonio	Santa Elena
597 a 607	600	612	910	595.95	Int. Poniente	Blvd. Federico Benítez	Av. Vientos Alisios	Villasana
609 a 631	612	636	1,070.00	506.52	Int. Poniente	Blvd. Federico Benítez	Av. Vientos Alisios	Villasana
637 a 643	640	648	910	345.65	Int. Poniente	Blvd. Federico Benítez	Av. Vientos Alisios	Villasana
647	650	652	910	102.01	Int. Poniente	Villasana	Blvd. Federico Benítez	Av. Tampico
649	652	654	910	114.90	Int. Poniente	Villasana	Blvd. Federico Benítez	Av. Tampico
655	658	660	910	143.50	Int. Poniente	Av. Tampico	Villasana	Las Flores
657	660	662	910	104.80	Int. Poniente	Priv. Villasana		
665	668	670	910	87.00	Int. Poniente	Priv. Villasana		
667	670	672	910	155.24	Int. Poniente	De las Flores		
669	672	674	910	66.54	Int. Poniente	De las Flores		
673 a 679	676	684	910	327.16	Int. Poniente	Prol. Paseo de los Héroes	Ignacio Herrerías	Pacifico
681 a 689	684	694	1,070.00	509.33	Int. Poniente	Prol. Paseo de los Héroes	Ignacio Herrerías	Pacifico
699	702	704	1,220.00	103.41	Int. Poniente	Av. Baños de Agua Caliente		
709	712	714	910	71.51	Int. Poniente	Av. Baños de Agua Caliente		
743	746	748	1,830.00	75.36	Int. Poniente	Vía Rápida Poniente	Plaza Río	
767	770	772	1,830.00	20.44	Int. Poniente	Vía Rápida Poniente		
769	772	774	1,830.00	62.44	Int. Poniente	Vía Rápida Poniente		
777 a 805	780	810	1,830.00	1950.32	E. Internacional	Vía Rápida Poniente	Av. Puente México	Av. M
929	934	936	1,070.00	96.79	C. Oriente Nuevo	Vía Rápida Oriente		
947 a 997	952	1002	1,070.00	1829.24	C. Oriente Nuevo	Vía Rápida Oriente	Camino al Aeropuerto	
1007 a 1013	1010	1018	1,830.00	340.33	C. Oriente Nuevo	Vía Rápida Oriente	Vicente Guerrero	Puente Agua Caliente
1143	1146	1148	530	72.44	C. Alamar	Democracia	Optimista	
1227	1230	1232	610	51.03	C. Alamar	S/ Nombre		
1271 a 1283	1274	1288	610	509.46	C. Alamar	S/ Nombre		
1299	1302	1304	530	182.33	C. Alamar	S/ Nombre		
1329	1332	1334	530	72.30	C. Alamar	S/ Nombre		
1349 a 1389	1352	1394	610	174.43	C. Alamar	S/ Nombre		
1421	1424	1426	760	48.80	C. Alamar	S/ Nombre		
1433	1436	1438	910	39.63	C. Alamar	S/ Nombre		
1451	1454	1456	910	90.95	C. Alamar	Priv. Cobillas		
1505 a 1527	1508	1532	380	236.67	C. Ensenada	Carretera Tijuana - Ensenada		
1549	1552	1554	250	64.01	C. Ensenada	Carretera Tijuana - Ensenada		
1575 a 1591	1578	1596	380	310.06	C. Ensenada	Cañón de la Piedrera	Flamingos	Magma
1613	1616	1618	450	7.74	C. Ensenada	Cañón de la Piedrera		
1621	1624	1626	450	65.42	C. Ensenada	Cañón de la Piedrera		
1623	1626	1628	450	61.65	C. Ensenada	Cañón de la Piedrera		
1631	1634	1636	530	43.70	C. Ensenada	Av. Chulavista		
1639	1642	1644	530	25.07	C. Ensenada	Av. Chulavista		
1683	1686	1688	530	48.31	C. Ensenada	Malinche	Lerdo de Tejada	
1685	1688	1690	530	15.25	C. Ensenada	Malinche	Lerdo de Tejada	
1687	1690	1692	530	99.06	C. Ensenada	Malinche	Lerdo de Tejada	
1753	1756	1758	910	100.61	C. Sanchez Taboada	Av. Sánchez Taboada	David Alfaro Siqueiros	
1767	1770	1772	910	127.87	C. Sanchez Taboada	Av. Sánchez Taboada	David Alfaro Siqueiros	
1769	1772	1774	910	139.75	C. Sanchez Taboada	Av. Sánchez Taboada	Cuauhtemoc	Francisco Javier Mina
1779	1782	1784	910	50.31	C. Sanchez Taboada	Av. Sánchez Taboada	Cuauhtemoc	Francisco Javier Mina
1809	1812	1814	910	19.08	C. Sanchez Taboada	Calle 2 Benito Juárez		
1819	1822	1824	1,070.00	23.33	C. Sanchez Taboada	Av. Aldrete	Puente México	Revolución
1829	1832	1834	1,070.00	167.97	C. Sanchez Taboada	Av. Aldrete	Puente México	Revolución
1863	1866	1868	1,070.00	87.87	C. Sanchez Taboada	Michoacán	Ortega	Av. Mariano E
1871	1874	1876	1,070.00	71.39	C. Sanchez Taboada	Michoacán	Ortega	Av. Mariano E
1873	1876	1878	1,070.00	59.44	C. Sanchez Taboada	Michoacán	Ortega	Av. Mariano E
1879	1882	1884	1,070.00	68.90	C. Sanchez Taboada	Av. Mariano E		
1883 a 1887	1886	1892	1,070.00	196.17	C. Sanchez Taboada	Av. Internacional		
1889	1892	1894	1,830.00	17.24	Descarga a PB-1	Av. Internacional		

Apéndice Q						
Tuberías con capacidad insuficiente en condiciones de gasto máximo previsto (2001)						
ID	From ID	To ID	Diameter (mm)	Length (m)	Nombre del Colector o Sub-colector	Ubicación
						Sobre la calle de hasta
1917	1922	1924	450	89.88	Sub. Los Reyes 2	S/ Nombre
1923	1928	462	200	11.40	Sub. Los Reyes 2	S/ Nombre
1997	2004	2006	380	8.62	Sub. Ferrocarril	Guanajuato
2003	2010	2012	380	72.29	Sub. Ferrocarril	Guanajuato
2007	2014	2016	380	19.86	Sub. Ferrocarril	Guanajuato
2017	2024	2026	380	76.70	Sub. Ferrocarril	Av. Mexicali
2101	2110	2112	450	45.96	Sub. Ejército Trigarante	Díaz Ordaz Jauja
2201	2210	2212	300	99.91	Sub. Rosario	Xicotencatl Santa María
2339	2348	2350	610	296.59	C. Los Volcanes	Blvd. Federico Benítez Cuauhtémoc
2349	2358	2360	610	93.74	C. Los Volcanes	Blvd. Federico Benítez Cuauhtémoc
2353	2362	2364	610	125.20	C. Los Volcanes	Blvd. Federico Benítez Cuauhtémoc
2361	2370	2372	610	158.52	C. Los Volcanes	Blvd. Federico Benítez Cuauhtémoc
2429 a 2433	2438	2444	610	925.54	Sub. Industrial	Av. José Murua Martínez Av. Choix Av. Cañón del Padre
2501	2510	2512	450	162.09	Sub. Nvo. Industrial	Cosala Concordia Elota
2503	2512	2514	610	251.63	Sub. Nvo. Industrial	Cosala Concordia Elota
2525	2534	2536	250	24.52	Sub. Garita	S/ Nombre Av. Perimetral
2535	2544	2546	250	40.26	Sub. Garita	S/ Nombre Av. Perimetral
2581	2594	950	300	219.18	Sub. Central Camionera	
2707 a 2727	2716	2738	610	740.05	C. Oriente Viejo	Av. Vía Rápida Oriente José Gorostiza Av. Frontera
2737	2746	778	450	151.46	C. Oriente Viejo	Av. Vía Rápida Oriente José Gorostiza Av. Frontera
2739	2746	778	450	151.16	C. Oriente Viejo	Av. Vía Rápida Oriente José Gorostiza Av. Frontera
2799 a 2807	2802	2812	300	282.62	C. Zapata	Av. Malitzin Av. Ferrocarril Av. Padre Kino
2809 a 2819	2812	2824	450	554.54	C. Zapata	Av. Malitzin Av. Ferrocarril Av. Padre Kino
2841	2844	2846	380	26.77	Sub. Pasteje	Mimia Uapan
2849 a 2859	2852	2864	380	613.51	Sub. Pasteje	La Punta
2875	2878	2880	380	55.86	Sub. Pasteje	S/ Nombre
2883	2886	2888	380	13.49	Sub. Pasteje	S/ Nombre
2893	2896	2898	300	113.21	Sub. Pasteje	Júpiter
2895	2898	2900	300	29.34	Sub. Pasteje	Júpiter
2897	2900	2902	300	8.89	Sub. Pasteje	Calle 21
2903	2906	2908	380	46.05	Sub. Pasteje	Calle 21
2907	2910	2912	380	105.39	Sub. Pasteje	Aquiles Serdan
2911	2914	2916	380	75.85	Sub. Pasteje	Aquiles Serdan
2913	2916	2918	380	43.99	Sub. Pasteje	Aquiles Serdan
2917	2920	2922	380	99.72	Sub. Pasteje	M. Asoles
2921	2924	2926	380	41.04	Sub. Pasteje	Manuel Ávila
2923	2926	2928	380	60.80	Sub. Pasteje	Manuel Ávila
2933	2936	2938	450	154.89	Sub. Pasteje	S/ Nombre
2935	2938	2940	450	18.25	Sub. Pasteje	S/ Nombre
2943	2946	2948	610	130.70	Sub. Pasteje	Av. Paseo Tijuana
2947	2950	2952	610	27.24	Sub. Pasteje	Juan Ruiz de Alarcón Centro de Gobierno del Estado
2949	2952	2708	610	203.19	Sub. Pasteje	Juan Ruiz de Alarcón Centro de Gobierno del Estado
2969	2972	2974	380	50.50	Sub. Matamoros	Av. Del Águila Real
3037	3038	3040	300	72.55	Sub. Buenos Aires	San Lázaro
3041	3042	3044	300	44.77	Sub. Buenos Aires	San Lázaro
3043	3044	3046	300	31.07	Sub. Buenos Aires	San Lázaro
3135	3136	3138	530	65.32	Sub. Kino	Santa Inés Descanso
3365 a 3369	3364	3370	300	661.17	Sub. Teotihuacan	Priv. Lázaro cárdenas Quinta Zapotecas
3373	3372	3374	300	114.09	Sub. Teotihuacan	Teotihuacan
3377	3376	3378	380	114.43	Sub. Teotihuacan	Teotihuacan
3381	3380	48	380	155.83	Sub. Teotihuacan	Teotihuacan
3477	3472	3474	610	8.79	Sub. Florido	Libramiento los Insurgentes
3479	3474	3476	610	34.12	Sub. Florido	Libramiento los Insurgentes
3611	3600	3602	530	43.24	Sub. Paralelo Alamar	S/ Nombre
3619	3608	3610	530	115.61	Sub. Paralelo Alamar	S/ Nombre
3627	3616	3618	530	35.44	Sub. Paralelo Alamar	S/ Nombre
3645	3634	3636	530	42.52	Sub. Paralelo Alamar	S/ Nombre
3825	3812	3814	300	67.28	C. V. Carranza	Huitzilac calle 10
3843	3830	3832	610	95.10	C. V. Carranza	Mutualismo Emiliano Zapata
3903	3890	3892	610	149.81	Sub. Soler	Av. Venustiano Carranza
4185	4180	4182	380	46.98	C. INV Nuevo	S. Monzón
4207	4202	4204	450	262.12	C. INV Nuevo	Av. Francisco Mojica
4217	4212	4214	450	46.94	C. INV Nuevo	Esteban Calero
4221	4216	4218	450	171.15	C. INV Nuevo	Esteban Calero
4229 a 4243	4224	4240	450	668.71	C. INV Nuevo	Ignacio Zaragoza Aurora
4249 a 4255	4244	4246	450	239.53	C. INV Nuevo	Cañón del Páto Callejón González
4259	4254	4256	450	32.58	C. INV Nuevo	Adolfo de la H
4261 a 4285	4256	4282	450	853.22	C. INV Nuevo	Av. Guadalupe (Mexiquito) 21 de Noviembre
4289 a 4325	4284	4322	450	1484.50	C. INV Nuevo	Libramiento Sur Ébano
4331 a 4345	4326	4342	610	307.30	C. INV Nuevo	Libramiento Sur Manuel Trasvina
4397	4394	4396	380	80.43	Sub. Obrera	Veracruz Cañón del Matadero
4409 a 4415	4406	4210	200	421.51	Sub. Obrera	Mártires de río Blanco Av. Ramón Nuevo León
4521	4520	4344	380	26.11	Descarga a PB-3	
4551 a 4563	4550	4564	200	288.95	C. Mirador	Boulevard Mirador Bahía de la ventana La bufadora
4565	4564	4566	200	20.08	Descarga a Carcamo Mirador	
4601	4602	4604	300	22.62	C. Laureles	Paseo de la Montaña Los alpes
4615	4616	4618	450	7.08	C. Laureles	Paseo de la Montaña
4619	4620	4622	450	31.01	C. Laureles	Paseo de la Montaña
4659	4662	4664	100	335.12	C. Playas de Tijuana	Paseo Playas de Tijuana Av. Parque México Norte Av. Del Agua

Apéndice Q								
Tuberías con capacidad insuficiente en condiciones de gasto máximo previsto (2001)						Ubicación		
ID	From ID	To ID	Diameter (mm)	Length (m)	Nombre del Colecotor o Sub-colector	Sobre la calle		hasta
						de	hasta	
4661 a 4667	4664	4672	530	421.13	C. Playas de Tijuana	Paseo Playas de Tijuana	Av. Parque México Norte	Av. Del Agua
4677	4680	4682	450	63.11	C. Playas de Tijuana	Paseo Playas de Tijuana		
4679 a 4685	4682	4690	450	277.61	C. Playas de Tijuana	Av. Del pacifico	Anda Lucia	Sirena
4687 a 4695	4690	4700	530	474.15	C. Playas de Tijuana	Av. Del pacifico	Anda Lucia	Sirena
4711	4714	4716	910	119.26	C. Playas de Tijuana	Del Fallaron		
4721	4724	4726	910	172.72	C. Playas de Tijuana	Del Fallaron		
4753	4758	4760	200	103.08	Sub. Monumental	Círculo Playas Pocacabana	Colina	Monumental
4755	4760	4762	200	18.94	Sub. Monumental	Círculo Playas Pocacabana	Colina	Monumental
4883	4888	4890	450	80.05	C. Rosarito Norte	Av. 12 de Mayo		
4885	4890	4892	450	44.78	C. Rosarito Norte	Av. 12 de Mayo		
4901	4906	4908	450	73.53	C. Rosarito Norte	Av. 12 de Mayo		
4905	4910	4912	450	61.51	C. Rosarito Norte	Todos Santos		
4907	4912	4914	450	128.77	C. Rosarito Norte	Todos Santos		
4909	4914	4916	450	109.46	C. Rosarito Norte	Todos Santos		
4913 a 4917	4918	4924	450	214.26	C. Rosarito Norte	Miramar		
4921	4926	4928	450	45.98	C. Rosarito Norte	Costa Azul		
4979	4986	4988	300	98.20	C. Rosarito Sur	Costa Azul		

General Design Criteria for Water and Wastewater Infrastructure					
Component	Design Flow	Criterion	Formula	Source	Seasonal Population in Playas de Rosarito
<b>Potable water</b>					
Aqueducts	Average daily flow (Qmedd)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s. Maximum velocity 3 m/s or as recommended by the supplier Manning or Darcy Wesbach.	$Q_{medd} = \text{Population} * \text{Supply} / 86400$ plus flows demanded by other types of consumers.	CNA, Guidelines 1998	Does not impact, given that it is considered that the dams can absorb that fluctuation of demanded volume.
Distribution system pipelines	Maximum hourly flow (Qmaxh)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s. Maximum velocity 3 m/s or as recommended by the supplier	$Q_{maxd} * 1.8$	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Conveyance lines	Maximum daily flow (Qmaxd)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s. Maximum velocity 3 m/s or as recommended by the supplier	$Q_{medd} * 1.2$	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Regulatory tanks	Maximum daily flow (Qmaxd)	Regulatory at 24 hours by population demand and storage with fire protection.	$Q_{maxd} * 28.8$	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Pump stations	Maximum daily flow (Qmaxd)	Consider storage with fire protection	$Q_{medd} * 1.2$	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Desalination	Maximum daily flow (Qmaxd)	Based on the production capacity	$Q_{maxd} * 2.22$	Standard utilized in the industry	Seasonal population included in the design flow.
Conventional treatment plants	Maximum daily flow (Qmaxd)	Based on the production capacity	$Q_{edd} * 1.2$	Pan-American Center of Sanitary Engineering and Environmental Sciences, 1973.	Seasonal population included in the design flow.
Direct filtration treatment plants	Maximum daily flow (Qmaxd)	Based on the production capacity	$Q_{edd} * 1.2$	Standard utilized in the industry	Seasonal population included in the design flow.

General Design Criteria for Water and Wastewater Infrastructure					
Component	Design Flow	Criterion	Formula	Source	Seasonal Population in Playas de Rosarito
<b>Wastewater</b>					
Sub-collectors y collectors	Peak wet weather flow (Qmaxext)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s, Maximum velocity 3 m/s or as recommended by the supplier	$Q_{medd} = \text{Population} * \text{Per capita generation} / 86400$ $Q_{maxinst} = M * Q_{medd}$ $M = \text{Coefficient of Harmon} = 1 + [14 / (4 + P^{(1/2)})]$ $v = (1/n) (r^{2/3}) (s^{1/2})$ $Q_{extraordinary} = 1.5 * Q_{maxinst}$	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California Qextraordinary based on C.N.A. guidelines	Seasonal population included in the design flow.
Minimum diameter (refers to minimum diameter that should be used for the pipeline design, even when the theoretic diameter is minor)	Peak wet weather flow (Qmaxext)	20 cm (8 in)		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Minimum flow (refers to minimum flow that should be used for the pipeline design, even when the theoretic flow is minor)	Peak wet weather flow (Qmaxext)	$Q_{min} = Q_{med}/2$ $Q_{min} \text{ for design} = 1.5 \text{ l/s}$		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Maximum distance between manholes	Peak wet weather flow (Qmaxext)	Up to 125 m for 8 to 24 in pipeline From 27 to 40 in 150 m, from 70 to 96 in 175 m		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Common Manholes	Peak wet weather flow (Qmaxext)	Up to pipeline diameters of 61 cm (24 in) Internal diameter of the well = 1.20 m		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Boxes	Peak wet weather flow (Qmaxext)	In pipeline diameters greater than 61 cm (24 in)		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Pump station civil work	Medium daily flow (Qmedd)	Retention time no greater than 10 min. is established		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Pump station electro mechanic	Peak wet weather flow (Qmaxext)			SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.

General Design Criteria for Water and Wastewater Infrastructure					
Component	Design Flow	Criterion	Formula	Source	Seasonal Population in Playas de Rosarito
Pressure line	Peak hourly flow (Qmaxinst)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s Maximum velocity 3 m/s or as recommended by the supplier	Hanzen - Williams: Manning, Darcy-Wesbach	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Relation from depth (d) to diameter (D)	Peak wet weather flow (Qmaxext)	80 % of the internal diameter	D/d; D= Depth; d= pipe diameter	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Wastewater treatment plants	With average flow (Qmedd) the structure and instant max. flow (Qmaxinst) the pipelines		Qmedd=Per capita generation*Supply/86400 plus infiltration flows and streams that arrive to the collection system.	1) Wastewater treatment and sludge management, CNA, 1998. 2) Design of Municipal Wastewater Treatment plants, 1992.	Seasonal population included in the design flow.
Sludge	The volume of the primary sludge and the secondary sludge will be determined based on the characteristics of the raw water, the effluent and the operation conditions of the aeration tanks.				Seasonal population included in the design flow.
Pump station civil work	Average daily flow (Qmedd)	Retention time no greater than 10 min. is established		SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Pump station (Pump stations) electro mechanic	Peak wet weather flow (Maximum foreseen) Qmaxext			SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.
Pressure line (internal and effluent)	Peak hourly flow (Qmaxinst)	Minimum velocity greater or equal to 0.6 m/s. Maximum velocity 3 m/s or as recommended by supplier.	Hanzen - Williams: Manning, Darcy-Wesbach	SAHOPE 1997, Technical Norms of Baja California	Seasonal population included in the design flow.

APPENDIX R

**Methodology used to Estimate Costs**

(English translation will be forthcoming)

## ECUACIONES DE COSTOS PARA INVERSIÓN Y PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO

A continuación se presentan las ecuaciones para la estimación de costos de inversión y de operación y mantenimiento para los diferentes tipos de infraestructura. Las ecuaciones han sido ajustadas para que ser consistentes en el uso de caudales en l/s y de dólares.

### **1. Saneamiento (PTARs)**

#### *1.1 Inversión*

$$\text{Inversión (US\$)} = (10,456,146 + 188,050 * Q) / 10$$

Q corresponde gasto medio

Fuente: C.N.A.

#### *1.2 Operación y mantenimiento*

$$\text{O&M (US\$/año)} = (\text{Inversión} * 0.02) + (10,210 * Q^{0.3669} + 10,208 * Q + 2,980,305) / 10$$

Q corresponde a gasto medio

Fuente: Cálculos propios de requerimientos de energía y mano de obra multiplicados por el costo real de CESPT de mano de obra y kW-hr. Se agrega el 2% del costo de inversión para reparaciones

### **2. Potabilización convencional**

#### *2.1 Inversión*

$$\text{Inversión (US\$)} = 2,029,367 * (Q / 43.81)^{0.86}$$

Q corresponde a gasto día máximo en l/s (se divide por 43.81 porque ecuación original estaba en MGD)

Fuente: Curva de costos elaborada por CDM.

#### *2.2 Operación y mantenimiento*

$$\text{O\$M (US\$/año)} = 24,856.5 * (Q / 43.81) + 680,000$$

Q corresponde al gasto medio en l/s

Fuente: Curva de costos elaborada por CDM.

### **3. Desalación**

#### *3.1 Inversión*

$$\text{Inversión (US\$)} = 4,824,167 * (Q / 43.81)^{0.95}$$

Q corresponde al gasto día máximo en l/s

Fuente: Curva elaborada por CDM en base a información disponible en EEUU

### 3.2 *Operación y mantenimiento*

$$\text{O\&M (US$/año)} = 2,075,081 * (Q/43.81)^{0.722}$$

Q corresponde al gasto medio en l/s

Fuente: Curva elaborada por CDM

## 4. Microfiltración/Osmosis inversa

### 4.1 *Inversión*

$$\text{Inversión (US$)} = 4,034,417 * (Q/43.81)^{0.9242}$$

El gasto (Q) se calcula en base al flujo que se necesita extraer de la presa o del acuífero, después de que el agua tratada haya sido descargada a estos cuerpos. Se asume que las membranas tienen una eficiencia del 70% y que la razón entre la recuperación y la cantidad de efluente es del 56% para la presa y del 50% para el acuífero.

Fuente: Curva elaborada por CDM en base a información disponible en EEUU

### 4.2 *Operación y mantenimiento*

$$\text{O\&M (US$/año)} = 240,028 * (Q/43.81)^{1.067}$$

Q corresponde al gasto medio en l/s

Fuente: Curva elaborada por CDM

## 5. Acueducto Río Colorado

### 5.1 *Inversión*

$$\text{Inversión (US$)} = 288,786,667 * Q$$

Q corresponde al gasto medio en l/s

Fuente: Estudio del Acueducto Binacional. Se asigna a cada alternativa un costo en base al caudal del acueducto que se propone utilizar hacia el año 2023, de manera proporcional al costo y caudal total proporcionado por el estudio.

### 5.2 *Operación y mantenimiento*

$$\text{O\&M (US$/año)} = 3.23 * (\text{Volumen anual}) / 10$$

El volumen anual se expresa en m<sup>3</sup>/año

Fuente: Costos reales de operación por metro cúbico (Mx\$3.23/m<sup>3</sup>) proporcionados por la CESPT

**6. Bombeo****6.1 Inversión**

$$\text{Inversión (US\$)} = 9,303.47 * P^{0.8491}$$

P representa la potencia en HP. Los requerimientos de potencia se calculan utilizando el gasto día máximo para agua y el gasto máximo previsto para aguas residuales.

Fuente: Curva elaborada por CDM

**6.2 Operación y mantenimiento**

$$\text{O&M (US\$/año)} = (11,835 * P^{0.9628}) / 10$$

P representa la potencia en HP. Ecuación se basa en cálculo de los kW-hora necesario para operar la estación de bombeo para el gasto medio y en el costo promedio para el kW-hora erogado por la CESPT (Mx\\$1.17/kW-hr).

**7. Tuberías de agua y alcantarillado****7.1 Inversión**

Para líneas con diámetros mayores de 20 pulgadas:

$$\text{Inversión (US\$)} = (\text{Longitud} * (0.0446 * D^2 + 51.102 * D - 523.69)) / 10$$

Donde D representa el diámetro en centímetros y la longitud se da en metros

Fuente: Ecuaciones elaboradas por SI+I para varios diámetros utilizando precios unitarios de CNA

Para líneas con diámetros menores o iguales a 20 pulgadas:

$$\text{Inversión (US\$)} = (\text{Longitud} * (0.5446 * D^2 + 4.728 * D + 258.3)) / 10$$

Donde D representa el diámetro en centímetros y la longitud se da en metros

Fuente: Ecuaciones elaboradas por SI+I para varios diámetros utilizando precios unitarios de CNA

**7.2 Operación y mantenimiento**

Se utiliza el 2% del costo de inversión

APPENDIX S

**Methodology used in the Preliminary  
Estimation of the Potential  
Environmental Impact**

(English translation will be forthcoming)

# **Appendix S**

## **Methodology Used in the Preliminary Estimation of the Potential Environmental Impact**

### **Methodology for Scoring the “Level of Environmental Impact” Criterion when Evaluating Alternatives**

This is a preliminary evaluation and its objective is to provide useful information for prioritizing the alternatives in the master plan. The evaluation of environmental impact develops these and other concepts in more detail and provides a way to prioritize the alternatives in terms of the environment and sustainability.

#### **Foundation**

The current environmental regulatory structure establishes criteria, principles, requirements, standards, guidelines, and obligations needed to achieve sustainable development, environmental protection, conservation of biodiversity, and ecological equilibrium. Therefore, the basis of this evaluation is taken from the regulations contained in the Urban Development Criteria, the Urban Development Plans of Tijuana and Rosarito, the State Ecological Zoning Plan, the Tijuana, Rosarito, and Ensenada Coastal Corridor Program, and the Environmental Protection Law of Baja California.

#### **Exclusion of elements**

From these legal instruments, regulations related to the water sector were selected that were designed to prevent adverse environmental impact and to promote the sustainable use of water resources. Excluded are laws that affect the other criteria for the evaluation of alternatives, such as “the percentage of the contribution of the major supply source,” the “percentage of reused effluent volume,” the “proportion of extracted groundwater to artificial aquifer recharge with adequate water quality,” and “efficient sludge handling.”

This system was used so that the environmental criteria did not receive a double weight, since each of the previously mentioned criteria, including “level of environmental impact” in some way deals with the protection of the environment.

In addition, regulations related to prevention of environmental impacts were excluded. Technically these impacts could be reduced or avoided, or at least their mitigation was foreseeable in the later stages of the plan’s projects.

Also excluded were regulations that were either common to all the alternatives, or that were obligatory to any one of the alternatives, and therefore could not be used for discrimination or differential grading of the alternatives.

## **Grouping the elements**

All the selected official regulations were placed into four groups, according to their characteristics and to which aspects of the environment they protect, entitled as follows:

- Site Selection
- Protection of Special Conservation Areas
- Protection of Certain Species
- Protection of Waterways and Flows

The official regulations in each group are as follows:

<b>Site Selection</b>	
<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>
Urban Development Criteria	Urban Development (UD) is not permitted on or near active faults or fractures
	UD must be at a distance of at least:
	Use of large-scale storage with high contamination risk should be in areas which:
	Areas that emit high levels of atmospheric contamination:
	Products that are highly flammable, explosive, or toxic:
	Treatment Plants should:
	Plants that store between 100 and 30,000 barrels (1 barrel = 159 liters)

<b>Site Selection</b>		<b>Regulation</b>
<b>Legal Instrument</b>		
State Ecological Zoning Plan	<b>Use with Incentives:</b> applied in areas needing effective incentives to achieve sustainable development of productive activities, in accordance with applicable ecological standards and criteria.	Applies to projects or activities in subsystems: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1.2.Pb.3.6.a-1</li><li>▪ 1.2.Pb.3.4.a</li></ul>
	<b>Use with Consolidation:</b> Applied in areas where the level of urban development and of primary, secondary, and tertiary production activities require a policy to prevent negative environmental effects resulting from these activities, in accordance with applicable environmental standards and criteria	Applies to projects or activities in the subsystem: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ AC</li><li>▪ 1.2.Ti.3.9.a-6</li><li>▪ 1.2.Ti.3.10.a-1</li><li>▪ 1.2.Ti.3.10.a-2</li><li>▪ 1.2.Ti.3.1.a-1</li><li>▪ 1.2.T.3.2.a</li><li>▪ 1.2.T.3.1.a</li></ul>
	Use with consolidation/incentives	Applies to projects or activities in the subsystem: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1.2.Pb.3.10.a</li></ul>
	<b>Use with Regulation:</b> Applied in areas requiring optimization and control of present growth of primary, secondary, and tertiary production activities. It is meant to reduce current and potential secondary impacts resulting from these activities and to maintain reserves of natural resources, in strict accordance with ecological standards and criteria. Prevention of secondary effects of these activities is a priority.	Applies to projects or activities in the subsystems: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1.2.Ti.3.2.a</li><li>▪ 1.2.Ti.3.10.a-3</li><li>▪ 1.2.Ti.3.9.a-1</li><li>▪ 1.2.Ti.3.1.a-3</li></ul>
	Use with Consolidation/ Regulation	Applies to projects or activities in subsystem: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1.2.T.3.10.a</li></ul>

Protection of Special Conservation Areas		
Legal Instrument	Regulation	
Urban Development Criteria	Urban development is not permitted in any ecological conservation area	Ecological
State Ecological Zoning Plan	Areas of application: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Marshes and estuaries</li> <li>▪ Wetlands</li> <li>▪ Dunes</li> <li>▪ Aquifer recharge areas</li> <li>▪ Protected species habitats</li> <li>▪ Constructed Monuments</li> <li>▪ Archeological or paleontological sites</li> <li>▪ Natural monuments</li> <li>▪ Areas of natural beauty</li> <li>▪ Ecological transition areas</li> <li>▪ Areas for shelter and reproduction</li> <li>▪ Riparian ecosystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wastewater discharge is prohibited in these areas</li> <li>▪ In areas of natural beauty, the infrastructure should be designed as an integral part of the countryside</li> <li>▪ Construction is prohibited</li> <li>▪ Changing geological formations is prohibited</li> <li>▪ Trash disposal is prohibited</li> <li>▪ Special plans for protection of coastal chaparral and cactus</li> <li>▪ A distance of 200 m is proposed as a barrier for these areas where the policy of Protection with Active Use will be applied</li> <li>▪ Studies will be done to determine nucleus areas and a management plan for them.</li> </ul>

Protection of Certain Species		
Legal Instrument	Regulation	
State Ecological Zoning Plan	Activities taking place in the state should not interrupt the flow and communication of biological corridors	
Official Mexican Regulation NOM-059-ECOL-2001	In general	Protect species that are probably extinct, threatened, endangered, and subject to special protection
	Cactus:	Protect all cactus specimens in the region
		Along the coast of Tijuana-Rosarito: Care for all hillsides facing south due to the presence of <i>ferocactus viridescens</i>
	Conifers:	Protect all natural specimens of conifers, pines, and cypresses

Protection of Waterways and their Flows		
Legal Instrument	Regulation	
State Ecological Zoning Plan	Draining bodies of water and obstruction of water flow is prohibited	

### Weighting the elements:

Because of the importance of many factors that make up each element, in order to score the different alternatives weights were assigned as follows:

- Site Selection 30 percent
- Protection of Special Conservation Areas 25 percent
- Protection of Certain Species 25 percent

- Protection of Waterways and their Flows                            20 percent

**Reasons for the weights:**

For Site Selection, the weight takes into account protection of life, health, and goods, reduction of risks, and reduction of social costs (less public resistance).

For Protection of Special Conservation Areas and Protection of Certain Species, the weights are derived from protection of the ecosystems, maintaining biodiversity and ecological balance, and the preservation of cultural and natural heritage.

For the Protection of Waterways and their Flows, the weight is derived from conservation and sustainable use of natural elements.

**Scale for scoring alternatives:**

***Factor 1: Site Selection (30 percent)***

To score this factor, the patterns of use of the previously mentioned regulations were considered, dividing the patterns into two groups: those related to Urban Development and that foster life, health and human development; and those related to the ecological zoning ( i.e., to environmental protection, pollution prevention and ecological balance).

On the following scale, each group of patterns is weighted equally:

Urban Development Criteria	
Item	Score
Complies with the urban development criteria	5
High probability of compliance	4
Certain conditions required for compliance	3
Presents difficulties for compliance	2
Does not comply or probably does not comply	1

Ecological Zoning	
Policy of Use	Score
Use with Incentives	5
Use with Incentives / Consolidation	4
Use with Consolidation	3
Use with Incentives / Regulation	3
Use with Consolidation / Regulation	3
Use with Regulation	2
Protection with Active Use	1

***Factor 2: Protection of special conservation areas (25 percent)***

The grading scale was based on the same criteria established by the environmental regulations, according to the degree of vulnerability of the different Special Conservation Areas. These areas, listed in order of vulnerability from greater to lesser, are: Fragile Ecosystems, Areas of Ecological Importance, and Cultural and Natural Heritage.

The following scale was used:

<b>Location Criterion</b>	<b>Score</b>
More than 5 km from fragile ecosystems Coastal Lagoons Marshes Estuaries Wetlands Dunes	5
Between 2 and 5 km from areas of ecological importance Aquifer recharge zones Transitional zones Areas for shelter and reproduction of different species Representative areas (desert and Mediterranean) Riparian ecosystems	5
More than 500 m from areas of natural or cultural heritage	5
Between 2 and 5 km from fragile ecosystems	4
Between 1 and 2 km from areas of ecological importance	4
Between 200 and 500 m from areas of natural or cultural heritage	3
Between 1 and 2 km from fragile ecosystems	3
Between 200 m and 1 km from areas of ecological importance	3
At least 200 m from areas of natural or cultural heritage	3
Between 200 m and 1 km from fragile ecosystems	2
At least 200 m from areas of ecological importance	2
At least 200 m from fragile ecosystems	1

**Factor 3: Protection of certain species (25 percent):**

(This score is pending. An inspection of the areas where infrastructure needs to be placed was required to complete the necessary information. As soon as this information is collected, it will be incorporated.)

**Factor 4: Protection of waterways and their flows (20 percent):**

Based on the previously mentioned regulations, the following criteria and grading scale were established:

<b>Criterion</b>	<b>Score</b>
Building or construction work more than 500 m from the banks or waterways (Greater than 2 km for WWTPs)	5
Building or construction work between 100 and 500 m from the banks or waterways (Between 1.5 and 2 km for WWTPs)	4
Building or construction work between 50 and 100 m from the banks or waterways (Between 1 and 1.5 km for WWTPs)	3
Building or construction work at least 50 m from the banks or waterways (Between 700 m and 1 km for WWTPs)	2
Building or construction work on the banks or waterways (Between 500 and 700 m for WWTPs)	1

## **Methodology for Scoring the “Efficient Sludge Handling” Criterion when Evaluating Alternatives**

Similar to the weighting of the elements of the criterion for discerning alternatives related to the “Level of Environmental Impact”, the following legal instruments and official regulations were taken into account for “Efficient Sludge Handling”.

Legal Instruments		Regulation
General Law of Ecological Balance and Environmental Protection  Environmental Protection Law of Baja California	Sustainable use of the land and its resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Land use should be compatible with its natural function</li> <li>▪ Ecological balance should not be altered</li> <li>▪ Use of lands should maintain its physical integrity and productive capacity</li> <li>▪ Should consider the necessary means to prevent or reduce the deterioration of the physical, chemical or biological properties of the land and the loss of natural vegetation</li> </ul>
	Prevention and control of soil contamination	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wastes should be controlled, since they constitute the principal source of soil contamination</li> <li>▪ It is necessary to reduce the generation of wastes and to incorporate techniques for waste reuse and recycling</li> </ul>
State Ecological Zoning	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integral plans for waste handling will be implemented</li> <li>▪ Waste reuse and recycling will be promoted</li> <li>▪ The construction of waste disposal infrastructure should not take place near the aquifer layer or permeable soils</li> <li>▪ Using organic waste that does not contain toxic substances or contaminants as organic fertilizer is recommended</li> <li>▪ Waste disposal is prohibited in special conservation areas</li> <li>▪ Alteration of areas essential for aquifer recharge is not allowed</li> </ul>	

The useful factors for the weighting of criteria, which seem to be subject to knowing the differences in how they are treated in each one of the alternatives, are:

- The quantity and quality of sludge generated for each alternative;
- The percentage of sludge that is reused or recycled;
- The diversity of uses in its implementation; and
- The selection of final disposal site.

The last three of these factors are related to the quality of sludge generated, while the first one deals with the quantity generated. Therefore, the factors are summarized according to the quantity and quality of sludge generated, giving equal weight to each one.

Scale for the grading of alternatives:

<b>Factor 1: Quantity of Sludge Generated (50 percent)</b>	
<b>Criterion</b>	<b>Score</b>
Very low quantity that requires removal one or less times per year	5
Requires removal at least once every six months	4
Requires removal at least once every two months	3
Requires removal at least once per month	2
Requires removal several times per month	1

<b>Factor 2: Quantity of Sludge Generated (50 percent)</b>	
<b>Criterion</b>	<b>Score</b>
Excellent stabilization and the content of contaminants allows for its unrestricted use	5
Excellent stabilization and the content of contaminants is acceptable for restricted use	4
Good stabilization and the content of contaminants allows for its confinement in sanitary landfills	3
Moderate stabilization and the content of contaminants requires specialized confinement, but it is not considered dangerous	2
Exhibits dangerous characteristics	1

## **Recommendations for the Implementation of the “Proportion of Extracted Groundwater to Artificial Aquifer Recharge with Adequate Water Quality” Criterion While Evaluating Alternatives**

Although the implementation of this criterion seems simple and straightforward, considerations relevant to the environmental context should be included, such as the following:

<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>	
Urban Development Plan of Tijuana	Promote the protection of bodies of water, avoiding the contamination of the aquifers	
Urban Development Plan of Rosarito	Ecological Preservation Policy in: the Zona Centro, Machado, Huahutay, Lomas Altas and Playas de Rosarito	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maintain the ecological balance through the conservation of coastal and aquifer recharge areas and areas not recommended for urban activity.</li> </ul>
State Ecological Zoning Plan	General Guidelines	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alteration of areas essential for the processes of aquifer recharge is not allowed</li> <li>▪ Rescue and protection plans will be established for runoff areas for aquifer recharge</li> <li>▪ The established prohibitions on the exploitation of the aquifer level will be followed</li> </ul>

From the previous graph it can be inferred that when implementing this criterion, high scores should be given to the alternatives that:

- Obtain the highest quality of wastewater;
- Maintain a proportion of (recharge/extraction) of 1.0 or greater; and
- Incorporate a program or plan for protection of recharge areas that contain complete studies of the aquifer

Recommendations for the implementation of the criteria: Although the methodology to score the rest of the criteria was not developed, it is important to state these recommendations for their implementation, since the environmental context raises considerations relevant to each case and to existing urban and environmental planning

### **Recommendations for the Implementation of the “Percentage of Reused Effluent Volume” Criterion, While Evaluating Alternatives**

Similar to the previous criterion, the implementation of this criterion should consider the following:

<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>	
State Ecological Zoning Plan	General Guidelines: Water Resource	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Potable water conservation and gray water reuse will be encouraged</li> <li>■ The reuse of treated wastewater for irrigation of green areas will be promoted</li> </ul>
	Policy of Use with Consolidation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Recycling and reuse of domestic wastewater and from productive activities will be promoted</li> </ul>
Environmental Protection Law of Baja California	Criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The reuse and use of treated wastewater is an efficient way of using and preserving the resource</li> </ul>
	Obligations	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ The proper authorities will promote the efficient conservation and use of water, and the treatment and reuse of wastewater</li> </ul>
Zoning of Tijuana, Rosarito, and Ensenada Coastal Corridor	Policy of Urban Incentives for the UGA* of Playas de Tijuana	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Encourage the installation of treatment plants and promote the use of treated wastewater for the irrigation of parks and gardens</li> </ul>
	Policy of Low Density Tourist Consolidation for the UGA* of Punta Bandera	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Promote the use of treated waters for irrigation</li> </ul>

<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>	
	Policy of Tourist Incentives for the UGA* of Real del Mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Regulate the use of treated water for irrigation</li> </ul>
	Policy of Low Density Tourist Consolidation for the UGA* of El Descanso	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Given that tourism and businesses constitute the highest demand, encouraging the use of wastewater treatment plants is recommended to recycle water or to empty it into the sea after treatment</li> </ul>

\*UGA refers to a district whose lines are drawn around the watersheds found in and around that municipality.

In the implementation of this criterion, high scores should be given to the alternatives that:

- Obtain the highest proportion of (reused volume/effluent volume);
- Have the greatest diversity of applications and uses of treated wastewater; and
- Obtain the best quality wastewater

## **Recommendations for the Implementation of the “Level of Implementation and Execution Risk” Criterion, While Evaluating Alternatives**

The official regulations that deal with the environment and urban development may influence the implementation risks of alternatives, as described below:

<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>	
Urban Development Plan of Rosarito	Policy of Ecological Preservation for the areas: Centro, Machado, Huahuatay, Lomas Altas and Playas de Rosarito	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Make the developments conditional on their adequate integration into the natural environment and their need to supply their own services without depending on the urban networks. However, the waterways, agricultural areas and those areas subject to risk should be respected</li> </ul>
Zoning for the Tijuana, Rosarito and Ensenada Coastal Corridor	Policy of Tourist Incentives for the UGA of: Real del Mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incompatibility with urban and suburban uses</li> <li>▪ Incompatibility with primary activities</li> </ul>
	Policy of Protection for the UGA of: El Morro Valley	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incompatibility with urban development</li> <li>▪ Incompatibility with high, medium and low density tourist activities</li> <li>▪ Incompatibility with primary activities</li> <li>▪ Incompatibility with the development of infrastructure</li> </ul>

<b>Legal Instrument</b>	<b>Regulation</b>
Policy of Protection for the UGA of: El Descanso Estuary	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incompatibility with urban and suburban uses</li> <li>▪ Incompatibility with high, medium and low density tourist activities</li> <li>▪ Incompatibility with primary activities</li> <li>▪ Incompatibility with the development of infrastructure</li> </ul>
Policy of Protection for the UGA of: La Misión Laderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limit construction on both banks (to 100 m)</li> <li>▪ Incompatibility with urban and suburban uses</li> <li>▪ Incompatibility with tourist uses (tourist developments, housing and hotels)</li> <li>▪ Incompatibility with primary activities</li> <li>▪ Incompatibility with regional infrastructure</li> </ul>
Policy of Protection of the UGA: La Misión Mesetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No expansion of construction</li> </ul>

\*UGA refers to a district whose lines are drawn around the watersheds found in and around that municipality.

Therefore, we should conclude that the introduction of potable water services and sanitation of wastewater promotes, in addition to urban development, the creation of infrastructure and development of other activities, such as tourism and industrial activity. Therefore, the introduction of services in areas restricted by the official regulations could face execution risks in the short and middle term.

When applying this criterion, in addition to the already established risks, one should consider the risks associated with:

- Conflict with the Urban Development and Ecological Zoning Plans,
- Social acceptance or rejection,
- Uncertain land ownership,
- Political situations,
- Foreign exchange risks
- Availability of technology.

**APPENDIX T**

**Criteria for Rehabilitation and**

**Replacement Projects**

**(English translation forthcoming)**

## **Resultados del diagnóstico de plantas potabilizadoras.**

Las conclusiones que a continuación se describen forman parte de los resultados del diagnóstico realizado a las plantas potabilizadoras de la ciudad de Tijuana. El detalle de este análisis se describe en la sección 3, apartado 3.2.3.

### **Planta potabilizadora el Florido.**

1. La CESPT debe considerar reemplazar el superpulsador que en la actualidad no está funcionando. Además, los superpulsadores son difíciles de operar. Este proceso debe ser reemplazado por un proceso más confiable, tal como el de floculación/sedimentación.
2. Otro problema es el retrolavado de los filtros de la planta. Este proceso se realiza con tasas muy bajas que no aseguran la limpieza del lecho filtrante. Los filtros son retrolavados cada 8 horas en dos fases, con duración de 3 minutos para cada una. Se debería evaluar la opción de eficientar el proceso de retrolavado cambiando el régimen y los parámetros de retrolavado de los filtros para ahorrar el gasto de agua y aliviar los requerimientos de personal para la operación de la planta.
3. El principal desinfectante utilizado es el gas cloro. No existen equipos de reserva para proporcionar cloro de forma continua. Un estudio de optimización de la planta también debería evaluar los equipos necesarios para todos los procesos críticos, tales como la desinfección.
4. Una forma de mejorar el desempeño de la planta consiste en mejorar el pretratamiento. De manera preliminar se puede decir que si CESPT invierte en acciones encaminadas a aumentar la eficiencia del pretratamiento, es probable que se pudieran aumentar las tasa de filtración de manera significativa sin requerir la construcción de nuevos filtros. Esto debe evaluarse más adelante por medio de un estudio de optimización de planta.
5. La planta no cuenta con un sistema para tratar los lodos acumulados en el sedimentador de agua de retrolavado de los filtros. El área de los lechos de secado es insuficiente y están colmatados, requiriendo de su rehabilitación y expansión, o bien de la sustitución con algún otro sistema.
6. En la planta periódicamente se presentan problemas de microorganismos crustáceos (“pulgas de agua”) lo que origina el taponamiento de los filtros y grandes pérdidas de carga hidráulica, requiriéndose un retrolavado más frecuente. Un pretratamiento más efectivo ayudaría a resolver este problema.
7. No existe un mecanismo efectivo para dividir el flujo de forma equitativa entre los filtros, lo que ocasiona que algunos filtros trabajen a mayores tasas que otros. Se recomienda que la CESPT conduzca un estudio de optimización para esta planta de tratamiento que incluya una evaluación de los procesos hidráulicos y los efectos potencialmente adversos que se puedan atribuir a éstos.

## **Mejoramiento potabilizadora El Florido.**

Para poder establecer las conclusiones antes descritas el personal que participó en la elaboración del Plan Maestro, realizó visitas físicas a las obras más importantes del sistema de agua potable de Tijuana y Playas de Rosarito. Siendo estas las potabilizadoras El Florido y Abelardo L. Rodríguez. La finalidad de las visitas fue el contar con elementos claros y concretos, los cuales servirían de apoyo para la elaboración del diagnóstico de las potabilizadoras. Para con ello establecer los requerimientos para mejorar su funcionamiento.

### **Componentes que fueron revisados para establecer el diagnóstico:**

Tipo de potabilizadora.

Estado y funcionamiento de los superpulsadores.

Evaluación del estado físico actual de tubos de interconexión, condición de las obras civiles.

Calidad de agua en el influente.

Calidad de agua en el efluente.

Utilización de reactivos.

Condición de medio filtrante.

Plantas generadoras de energía de emergencia.

Sistema de alimentación de agua y recuperación de lavado de agua de filtros.

Estado actual de andadores y elementos mecánicos.

Frecuencia de desalojo y manejo de los lodos.

Características del extractor de lodos

Tratamiento de lodos

### **Criterios establecidos para el diagnóstico de la potabilizadora El Florido.**

Para dictaminar que componentes de la planta requieren de ajustes o adecuaciones se revisó lo siguiente:

Cantidad de agua a tratar.

Calidad de agua a tratar.

Eficiencia de la planta potabilizadora.

Nivel de eliminación de contaminantes.

Condiciones de funcionalidad.

Variabilidad del gasto.

Periodos de mantenimiento.

Estado de las instalaciones.

Cantidad de personal que opera la planta.

Antigüedad de las instalaciones.

Manejo y aplican de reactivos.

Aplicación de manuales de operación.

Intervalos de retrolavado de filtros

Después de la evaluación se estableció los cambios que se sugieren a continuación.

**Modificaciones propuestas a la Planta Potabilizadora “El Florido”.**

**Seccionamiento de la planta para poder modular la operación.**

Debido a que se tiene una gran variación del gasto que alimenta a la planta, este varía en un rango de 1200 l/s a 4200 l/s. Esto complica la operación de la planta por lo que el personal se dedica principalmente al ajuste hidráulico del sistema, prestando menor atención a los procesos de potabilización.

Lo anterior, no permite establecer parámetros continuos en la operación.

La alternativa para mejorar la operación de la planta, es adecuar módulos de 4 a 6 filtros por módulo, y rehabilitar compuertas de seccionamiento para poder aislar completamente los módulos en el caso de tratar menores gastos, proporcionando así una operación más flexible.

**Modificar el sistema de alimentación de agua de recuperación de los filtros al clarifloculador.**

Debido a que el agua de recuperación de retrolavado, se alimenta en la parte superior del Clarifloculador, provoca que entre al equipo a contraflujo, produciendo alteraciones en la hidráulica a la zona de sedimentación con lo que se provocan el rompimiento de los lodos y por lo tanto se tiene arrastre de este material hacia los filtros.

La alternativa, es que se instale una extensión de la tubería, para que este flujo de agua ingrese al sedimentador con el mismo sentido que el flujo normal, para evitar contraflujos.

**Extraer de manera más continua los lodos que se forman en la zona de entrada del sedimentador.**

Los lodos acumulados en el fondo de la unidad no se evacuan adecuadamente, con el tiempo se fomenta el desarrollo de microorganismos los cuales metabolizan la materia

orgánica, formándose gases que arrastran los sedimentos hacia la superficie de la unidad, también imparten un olor desagradable al agua.

### **Cambiar las características del lecho filtrante de los filtros.**

El retrolavado de los filtros de la planta, se realiza con tasas muy bajas que no aseguran la limpieza del lecho filtrante. Los filtros son retrolavados cada 8 horas en dos fases con duración de 3 minutos para cada fase. Por lo que la carrera de filtración es de 8 horas.

Un filtro en buenas condiciones de operación debe retrolavarse en un intervalo de entre 18 y 36 horas de operación, de acuerdo con las características de operación, actualmente se está trabajando el filtro a una tasa de  $256 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , que para lechos de arena únicamente es una tasa que está cuando menos 61% arriba que la máxima recomendable.

Es conveniente cambiar el tipo de lecho filtrante a uno del tipo dual, en el cual se pueden tener tasas entre  $235$  y  $590 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ . De esta manera se estaría operando muy cerca del límite inferior con lo cual se pueden alcanzar carreras de filtración de 36 horas.

### **Extraer el lodo del tanque de recuperación de agua de retrolavado.**

Actualmente, debido al poco tiempo que tiene el agua de retrolavado para que se sedimenten los lodos, alrededor de 20 minutos, los sólidos no alcanzan a ser sedimentados por lo que se tiene un arrastre de los mismos, adicionalmente, es conveniente eliminar los sólidos que se encuentran en este tanque continuamente para evitar un mayor arrastre de los mismos.

Una vez corregido el lecho filtrante, se puede realizar un ordenamiento en la forma en que se realicen los retrolavados de tal forma que si se tiene una regular operación se puede lavar un filtro cada hora, de otra manera se puede organizar de tal forma que, se puede dejar asentar los lodos durante dos horas y retrolavar tres filtros en el transcurso de una hora (cada 20 minutos), lo que daría el suficiente tiempo a los lodos de asentarse.

### **Mejorar el tratamiento de lodos.**

La planta no cuenta con un sistema para tratar los lodos acumulados en el sedimentador de agua de retrolavado de los filtros. El área de los lechos de secado es insuficiente, los lechos están colmatados, requieren de una rehabilitación y expansión del área o algún otro sistema para el manejo de los lodos con el fin de evitar la contaminación que ocasionan actualmente.

De la misma manera que en el caso anterior, en el momento que los lodos se dejen asentar por más tiempo, los lodos saldrán más concentrados lo que permitirá que los lechos de secado no se colalten y se dé el suficiente tiempo para poder ser secados adecuadamente.

### **Conclusiones del diagnóstico a la Planta Potabilizadora Abelardo L. Rodríguez.**

1. El principal problema de esta planta es la gran variación de la calidad del agua cruda que se recibe, especialmente cuando el nivel de la presa es muy bajo y el agua para la planta se alimenta de la toma inferior. En este caso la turbiedad de agua es muy alta (valores históricos de más de 1000 UTN), y se detecta la presencia de sulfuros ( $H_2S$ ), y manganeso (Mn). El problema de Mn se presenta a partir de 1997; el organismo operador ha determinado que el Mn es de origen orgánico y es arrastrado a la presa por los afluentes de la misma. En la planta se presentan problemas al tratar el agua con turbiedad mayor a 100 UTN, por lo que se han removido las placas paralelas del sedimentador con la finalidad de aumentar el área disponible para la sedimentación de los sólidos.
2. La planta no está diseñada en forma modular, lo que complica la operación con la variación del gasto de operación que se presenta (de 50 a 550 l/s). La unidad de sedimentación, en este caso, opera con un flujo ascendente que varía en un rango muy amplio, sin flexibilidad de mantener una velocidad constante del flujo ascendente que es esencial para este proceso.
3. La potabilizadora no cuenta con fuente auxiliar de energía eléctrica, por lo que los paros eléctricos ocasionan emergencias en la operación de la planta.
4. No existen planos de la planta, detallando las unidades. Actualmente se cuenta solo con esquemas.
5. Los controles automáticos de las válvulas en la salida de los filtros no funcionan y requieren constantes ajustes de las válvulas de control manualmente, especialmente durante períodos de variaciones de flujo significantes.
6. Se recomienda rehabilitar las compuertas para mejorar el seccionamiento de los filtros y permitir el aislamiento de las unidades.
7. Los filtros son retrolavados solamente con agua, pero se podría analizar la posibilidad de acondicionarlos con equipo de suministro de aire para eficientar el proceso y ahorrar el gasto de agua.
8. La planta no cuenta con un sistema para tratar el agua de retrolavado de los filtros, la cual es simplemente enviada al drenaje.
9. Adicionalmente a lo anterior, en esta planta se tienen problemas con los equipos de dosificación de reactivos, y el proceso de dosificación se está realizando por goteo.

#### **Mejoramiento potabilizadora Abelardo L. Rodríguez:**

Al igual que en la planta potabilizadora el Florido, el personal que participó en el desarrollo del estudio se dio a la tarea de revisar detalladamente en visita de campo las condiciones de los elementos que componen la planta, y determinar el estado actual y las adecuaciones que requiere para su mejor funcionamiento, los siguientes puntos muestran los componentes que fueron revisados.

#### **Tipo de potabilizadora.**

Evaluación del estado físico actual de tubos de interconexión, condición de las obras civiles.

Calidad de agua en el influente.

Calidad de agua en el efluente.

Utilización de reactivos.

Planta generadoras de energía de emergencia.

Controles automáticos de operación.

Estado actual de andadores y elementos mecánicos.

Revisión del sistema de retrolavado y recuperación de agua de retrolavado.

Tratamiento de lodos

**Criterios establecidos para el diagnóstico de la potabilizadora El Florido:**

Los criterios utilizados para establecer las mejoras a la planta potabilizadora, se consideraron los mismos que se aplicaron en la planta El Florido.

Después de la evaluación se estableció los cambios que se sugieren a continuación.

**Modificaciones propuestas a la Planta Potabilizadora “Abelardo L. Rodríguez”.**

**Seccionamiento de la planta para poder modular la operación.**

La planta no esta diseñada en forma modular, lo que complica la operación con la variación del gasto de operación que se presenta (de 50 a 550 l/s). La unidad de sedimentación, en este caso, opera con un flujo ascendente que varía en un rango muy amplio, sin flexibilidad de mantener una velocidad constante del flujo ascendente que es esencial para este proceso. Lo anterior se refiere también para los filtros, sometidos actualmente a un régimen irregular que requiere constantes ajustes de las válvulas de control, efectuado manualmente por el personal de operación.

Debido a la composición de la unidad de floculación y sedimentación es muy complicado realizar una modulación para la operación, por lo que se propone únicamente la modulación en la zona de filtración

Para la realización de la modulación de esta manera es necesaria la instalación de un medidor de flujo. De tal manera que como se tienen cinco filtros, se lleve a cabo una repartición del flujo para cada 110 l/s; de tal forma que para flujos de entre 50 y 110 l/s se opere únicamente un filtro, para flujos de entre 111 y 220 l/s, se operen dos filtros, para flujos de entre 221 y 330 l/s, se operen tres filtros, para flujos de entre 331 y 440 l/s se operen cuatro filtros y finalmente para flujos de entre 441 y 550 l/s se operen los cinco filtros.

**Tener fuente alterna de energía.**

La potabilizadora no cuenta con fuente auxiliar de energía eléctrica por lo que los paros eléctricos ocasionan emergencias en la operación de la planta. Sumado a lo anterior, el proceso requiere de cinco tipos de reactivos que se suministran, preparan y dosifican, con lo que hacen que la labor del personal sea muy complicado.

**Rehabilitar la planta en la parte instrumental.**

Los controles automáticos de las válvulas en a salida de los filtros no funcionan.

**Rehabilitar la planta en la parte mecánica.**

Rehabilitar las compuertas para mejorar el seccionamiento de los filtros y permitir el aislamiento de las unidades.

**Elaboración de planos.**

No existen planos de la planta, detallando las unidades, actualmente se cuenta solo con esquemas. Lo que no permite realizar una comparación entre los criterios de diseño y las condiciones de operación.

**Modificar el sistema de retrolavado.**

Los filtros se retrolavan sólo con agua, - pensar en opción de acondicionarlos con agua-aire para eficientar el proceso y ahorrar el gasto de agua.

Construir sistema de recuperación de agua de retrolavado y sistema de tratamiento de lodos.

La planta no cuenta con un sistema para tratar el agua de retrolavado de los filtros, la misma se desperdicia en el drenaje, ocasionando problemas de contaminación.

**Substitución y/o rehabilitación de redes de agua potable y alcantarillado.**

Los criterios utilizados para determinar las zonas de la ciudad de Tijuana y Playas de Rosarito, que requieren de rehabilitación o substitución de redes de agua potable y/o de alcantarillado sanitario, se establecieron con base en los siguiente.

**Agua Potable:**

1. Antigüedad de la tubería.
2. Cantidad de fugas reportadas de las zonas.
3. Calidad de la construcción de la obra.
4. Tipo de material utilizado en la tubería.
5. Reincidencia de fugas reportadas.
6. Reportes del estado de la tubería la momento de la reparación de las fugas.

7. Zonas reportadas como problemáticas en cuanto a operación por la cantidad de fugas que se presentan en la tubería.

Toda esta información fue proporcionada en parte por el personal encargado de la operación y mantenimiento a los distritos, en reuniones acordadas donde se nos explicó la problemática a la que se enfrentan día con día al realizar sus labores rutinarias de atención a reportes de fugas y operación del sistema. A su vez se solicitó información de planos donde se indicará gráficamente las zonas o colonias que cuentan con mayor incidencia de fugas, y aquellas las cuales donde su red ha rebasado la vida útil. Siendo la oficina de Catastro y los mismos Jefes de Distritos, quien nos proporcionaron los límites de las colonias con mayores problemas tanto de fugas como de antigüedad de redes.

De los reportes proporcionados por la CESPT se sabe que existen 87 colonias que aunque cuentan con el servicio a de agua potable, tienen problemas con el suministro o con su red, ya sea por la calidad del material utilizado para su construcción o porque éstas han llegado al término de su vida útil. La Tabla siguiente se lista el número de colonias con reincidencia de fugas, y aquellas que requieren rehabilitación inmediata. En las Figuras 3-16 y 3-17 de la sección 3, se presenta la ubicación de estas colonias en la zona de estudio respectivamente.

Número de Colonias con Problemas de Servicio de Agua		
Distrito	Reincidencia de fugas	Rehabilitación al inmediato plazo
1	8	2
2	4	3
3	4	2
4	8	3
5	9	1
6	2	1
Total	35	12

Fuente: Recorridos con el personal década uno de los distritos de operación.

De la misma manera en la Tabla G-1 del Apéndice G, indica el nombre y el problema que presenta cada una de las colonias incluidas en la Tabla anterior.

**Alcantarillado Sanitario :**

En el caso de alcantarillado sanitario los criterios seguidos para establecer las zonas que requieren de rehabilitación o substitución fueron muy similares. Sólo que en este caso, adicional a la información proporcionada por la oficina de Catastro y los Jefes de Distritos. Se revisó los estudios de Diagnóstico que la oficina de Alcantarillado realiza a las tuberías por medio de inspecciones internas con cámaras de video, cuando se reportan problemas de taponamiento o derrumbes en alguna de las zonas.

Los criterios para establecer las zonas sujetas a substitución de tubería fueron basados en la revisión de siguiente información.

1. Antigüedad de la tubería.
2. Derrumbes presentados en la zona.

3. Tipo de material utilizado en la tubería.
4. Estado interior del tubo (resultado de video grabación)
5. Falta de capacidad por desbordamiento.

Los principales problemas por los que se sugiere la substitución de tubería son las siguientes:

Existen altos niveles de corrosión en algunos tramos del alcantarillado sanitario, sobre todo en las tuberías más antiguas de la ciudad (zona centro de Tijuana), los cuales han sido detectados mediante el programa de inspección que efectúa ordinariamente la CESPT. Cabe destacar que la inspección de líneas de alcantarillado mediante cámaras de video se ha realizado en Tijuana, mas no en la red de Playas de Rosarito.

El taponamiento de líneas representa un problema común y se debe principalmente al derrumbamiento de líneas que han rebasado su vida útil, la acumulación de grasas y azolve, y la entrada de basura y azolve durante eventos pluviales.

En la Figura 3-21 de la sección 3, se presentan las zonas de la ciudad con mayores problemas en la red de atarjeas debido al término de la vida útil. En el Apéndice H, Tabla H-4, se enlistan las colonias con mayor incidencia de problemas.

Es importante aclarar que aun cuando la Figura 3-21 de alcantarillado sanitario, se indica el total de área o colonias, donde requiere de substitución o rehabilitación la tubería. En el costo calculado para el desarrollo de esta obra, solamente se tomó en cuenta las colonias y áreas que no están contempladas en el crédito contraído por la CESPT con el BDAN para su rehabilitación.

### **Rehabilitación de la PTAR Rosarito I**

Como parte del trabajo desarrollado para la elaboración del plan maestro, están las visitas a las instalaciones existentes de tratamiento de aguas residuales, las cuales formaron parte del análisis efectuado a sistemas para elaborar el diagnóstico de las condiciones actuales, y que ayudaron a establecer los criterios para sentar las bases y determinar cuales elementos o componentes de las plantas, requieren a futuro de una adecuación para mejor su funcionamiento y desde luego aumentar su eficiencia.

#### **Componentes que fueron revisados para establecer el diagnóstico:**

Tipo de sistema de tratamiento.

Calidad de agua en el influente.

Calidad de agua en el efluente.

Utilización de reactivos.

Plantas generadoras de energía de emergencia.

Estado actual de andadores y elementos mecánicos.

Frecuencia de desalojo y manejo de los lodos.

Tratamiento de lodos.

Disposición de lodos.

Después de haber analizado el funcionamiento actual de la planta, a continuación se describen los componentes que requieren de cambios o adecuaciones, para mejorar el funcionamiento del sistema y aumentar la capacidad de tratamiento de la planta.

#### **Descripción de cambios para rehabilitación de la PTAR Rosarito I.**

Como parte de las acciones encaminadas a mejorar la condición actual de los sistemas con que cuenta actualmente la CESPT, se propone la rehabilitación de la PTAR que da servicio a la cabecera municipal de Playas de Rosarito.

El principal objetivo de rehabilitar el sistema actual, es hacerlo cumplir con las condiciones particulares de descarga, que fueron fijadas por la CNA para su funcionamiento, ya que actualmente no cumple con ellas.

Para cumplir con este objetivo, se sugiere que se cambie el tipo de proceso de tratamiento de Lagunas Aereadas a Lodos Activados Convencional.

A continuación se describe en forma general los componentes más importantes que se sugiere sean aprovechados de la condición actual y aquellos que deberán ser substituidos y las nuevas estructuras que se deben construir.

En la rehabilitación de la PTAR se pueden aprovechar en el nuevo sistema las siguientes estructuras:

Pretratamiento,

Lagunas de Oxidación convertidas en los tanques de oxidación,

Equipo de Aereación y

Tanques de contacto de cloro

#### **Los componentes nuevos que se deberán ser integrados al sistema son:**

Casa de fuerza para la parte eléctrica,

Cárcamo de entrada de agua residual,

Sedimentador primario,

Sedimentador secundario,

Cárcamo de recirculación y desecho de lodos,

Espesadores y

**Filtro Prensa con placas o filtro banda para los lodos.**

Tomando en cuenta estos cambios se estimó que el costo para el mejoramiento de la PTAR, representa aproximadamente el 60% del costo de inversión inicial de una planta nueva, con la misma capacidad para la que será rehabilitada (50 l/s gasto medio).

# APPENDIX U

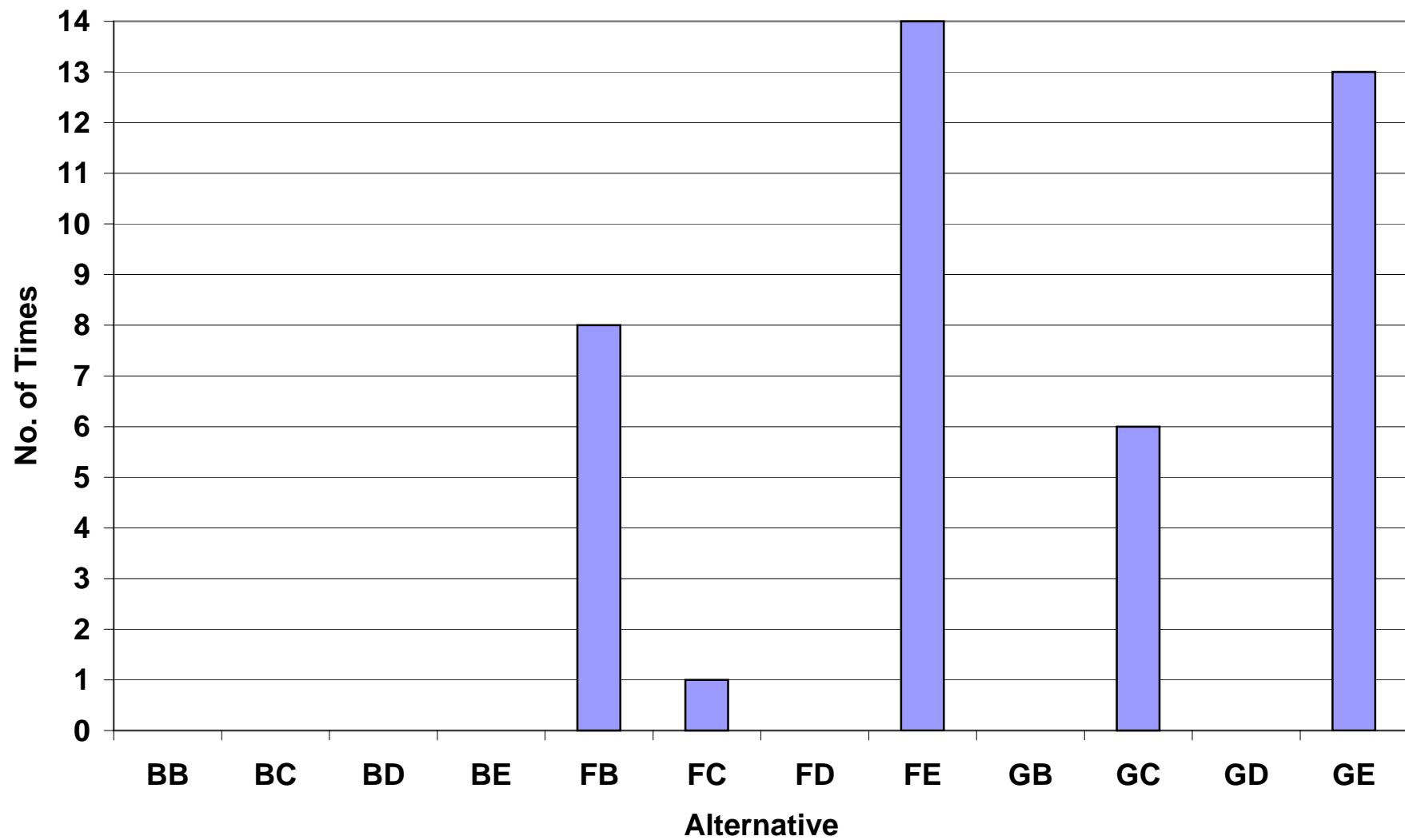
## Sensitivity Analysis

Tijuana and Playas de Rosarito Master Plan														
Sensitivity Analysis														
	Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Alternative	Base <sup>1</sup>	Linear Utility for Costs, Small Range	Linear Utility for Capital Costs, Small Range	Linear Utility for O&MCosts, Small Range	Non Linear Utility for Costs, Wide Range	Herfindhal Index for Sources, Small Range	Non Herfindhal Index for Sources	Same Risk Scores, Low	Same Environmental Scores, High	Same Environmental Scores, Low	Same Transboundary Scores, High	distributions for Costs and Transboundary Impacts, NO Aquifer recharge	distributions for Costs and Transboundary Impacts, NO Aquifer recharge	Same Sludge Values
BB	8	7	6	10	8	7	8	7	7	12	8	7	8	
BC	9	9	9	12	9	9	9	9	9	9	9	8	9	
BD	10	11	10	11	10	11	10	11	12	12	7	10	10	
BE	7	6	4	9	7	6	7	7	8	8	10	7	6	
FB	3	5	3	5	3	2	3	3	3	3	5	5	4	
FC	5	8	5	6	4	3	5	5	6	6	4	4	5	
FD	11	12	11	8	11	10	11	10	11	11	8	11	11	
FE	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
GB	6	4	8	4	6	8	6	6	4	4	6	6	9	
GC	4	3	7	3	5	5	4	4	5	5	3	3	3	
GD	12	10	12	7	12	12	12	12	10	10	11	12	12	
GE	2	1	2	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	

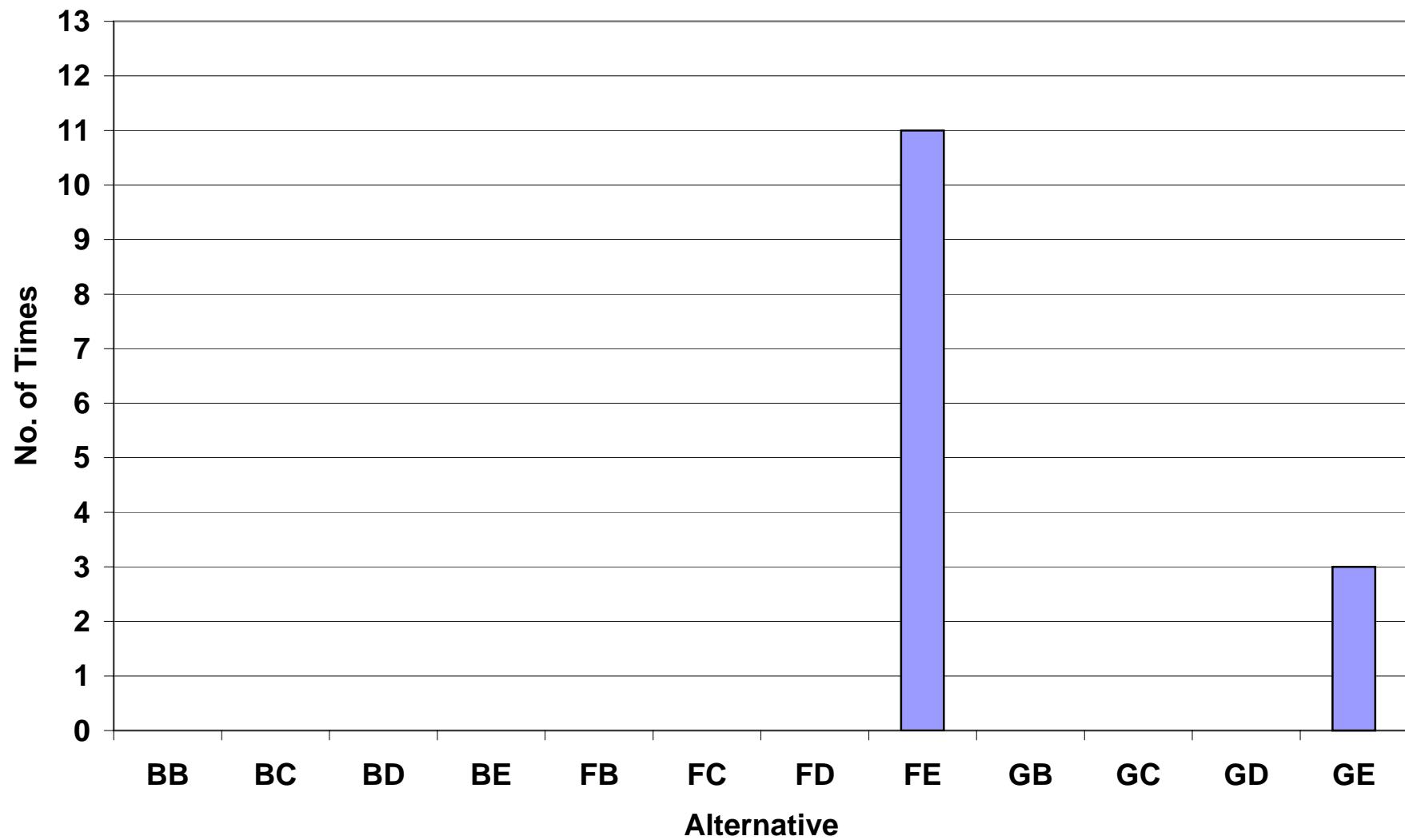
1 Base includes linear utility function for costs with wide range of values 130 TO 200, Herfindhal Index for water sources with wide range, Risk values directly from risk scales, environmental impacts based on the probability the Alternative will be the best performer.

	Number of Times Top 1	Number of Times Top 3	Number of Times Top 4	Number of Times Worst	Priorization based on the probability the Alternative will be the best performer								
BB	0	0	0	1	FE	1							
BC	0	0	0	1	GE	2							
BD	0	0	0	2	GC	3							
BE	0	0	1	0	FC	4							
FB	0	8	9	0	FB	5							
FC	0	1	4	0	GB	6							
FD	0	0	0	1	BE	7							
FE	11	14	14	0	BB	8							
GB	0	0	5	0	BC	9							
GC	0	6	9	0	BD	10							
GD	0	0	0	9	FD	11							
GE	3	13	14	0	GD	12							

### **Number of Times in the Top 3**



### Number of Times in Top 1



<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.55	0.53	0.51	0.55	0.59	0.58	0.51	0.63	0.57	0.58	0.5	0.61	

Max                                    0.63 FE  
 Min                                    0.50 GD

<b>Base</b>	<b>Ranking</b>
FE	1
GE	2
FB	3
GC	4
FC	5
GB	6
BE	7
BB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.7	0.65	0.63	0.7	0.32	0.28	0.4	0.32	0.73	0.73	0.77	0.75	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.58	0.56	0.54	0.58	0.59	0.57	0.52	0.63	0.61	0.62	0.54	0.64	

Max                                  0.64 GE  
 Min                                  0.52 FD

### 1 Ranking

GE	1
FE	2
GC	3
GB	4
FB	5
BE	6
BB	7
FC	8
BC	9
GD	10
BD	11
FD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.69	0.66	0.59	0.7	0.34	0.31	0.37	0.23	0.51	0.48	0.51	0.48	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.58	0.56	0.53	0.58	0.59	0.58	0.51	0.61	0.57	0.57	0.49	0.59	

Max                                    0.61 FE  
Min                                    0.49 GD

## 2 Ranking

FE	1
GE	2
FB	3
BE	4
FC	5
BB	6
GC	7
GB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.2	0.15	0.25	0.2	0.15	0.1	0.25	0.4	0.6	0.65	0.7	0.75	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.48	0.46	0.47	0.49	0.55	0.54	0.49	0.64	0.58	0.6	0.53	0.64	

Max                                    0.64 FE  
 Min                                    0.46 BC

### 3 Ranking

GE	1
FE	2
GC	3
GB	4
FB	5
FC	6
GD	7
FD	8
BE	9
BB	10
BD	11
BC	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.26	0.23	0.21	0.26	0.09	0.08	0.1	0.09	0.28	0.28	0.31	0.29	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.5	0.48	0.46	0.5	0.54	0.54	0.46	0.58	0.52	0.53	0.45	0.55	

Max   0.58 FE  
Min   0.45 GD

#### 4 Ranking

FE	1
GE	2
FB	3
FC	4
GC	5
GB	6
BE	7
BB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.54	0.54	0.54	0.54	0.68	0.68	0.64	0.69	0.26	0.26	0.26	0.24	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.5	0.48	0.47	0.5	0.55	0.54	0.47	0.59	0.5	0.51	0.43	0.53	

Max   0.59 FE  
 Min   0.43 GD

### 5 Ranking

FE	1
FB	2
FC	3
GE	4
GC	5
BE	6
BB	7
GB	8
BC	9
FD	10
BD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.5	0.5	0.5	0.5	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.53	0.51	0.49	0.53	0.55	0.54	0.48	0.59	0.54	0.55	0.47	0.57	

Max    0.59 FE  
 Min    0.47 GD

#### 6 Ranking

FE	1
GE	2
FB	3
GC	4
FC	5
GB	6
BE	7
BB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.48	0.46	0.46	0.49	0.53	0.52	0.46	0.57	0.52	0.52	0.45	0.55	

Max   0.57 FE  
 Min   0.45 GD

### 7 Ranking

- |    |    |
|----|----|
| FE | 1  |
| GE | 2  |
| FB | 3  |
| GC | 4  |
| FC | 5  |
| GB | 6  |
| BE | 7  |
| BB | 8  |
| BC | 9  |
| FD | 10 |
| BD | 11 |
| GD | 12 |

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.57	0.54	0.5	0.56	0.62	0.59	0.51	0.64	0.62	0.6	0.52	0.63	

Max                          0.64 FE  
 Min                          0.50 BD

#### 8 Ranking

FE	1
GE	2
FB	3
GB	4
GC	5
FC	6
BB	7
BE	8
BC	9
GD	10
FD	11
BD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.5	0.47	0.43	0.49	0.55	0.52	0.44	0.57	0.55	0.53	0.45	0.56	

Max                                    0.57 FE  
 Min                                    0.43 BD

#### 9 Ranking

FE	1
GE	2
FB	3
GB	4
GC	5
FC	6
BB	7
BE	8
BC	9
GD	10
FD	11
BD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.55	0.55	0.56	0.55	0.59	0.6	0.55	0.63	0.57	0.61	0.55	0.61	

Max    0.63 FE  
 Min    0.55 GD    FD    BB    BC    BE    GD

#### Same Xboundary

Ranking	
FE	1
GE	2
GC	3
FC	4
FB	5
GB	6
BD	7
FD	8
BC	9
BE	10
GD	11
BB	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.55	0.53	0.51	0.55	0.59	0.58	0.51	0.63	0.57	0.58	0.5	0.61	
Uncertainties	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	
5 percentile	0.46	0.46	0.46	0.47	0.5	0.51	0.46	0.54	0.49	0.52	0.45	0.52	Uncertainty
mean	0.52	0.51	0.51	0.52	0.56	0.56	0.51	0.6	0.54	0.57	0.5	0.58	Uncertainty
95 percentile	0.58	0.57	0.57	0.58	0.61	0.62	0.57	0.65	0.6	0.62	0.56	0.63	Uncertainty
pairwise	<5%	<5%	<5%	5%	18%	22% <5%		50%	12%	25% <5%		31%	Uncertainty
absolute	<5%	<5%	<5%	<5%	6%	9% <5%		42%	<5%	12% <5%		18%	Uncertainty

#### With Cost and Transboundary Uncertainty - 11

FE	1
GE	2
GC	3
FC	4
FB	5
GB	6
BE	7
BB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.88	0.75	0.63	1	0.63	0.63	0.63	0.63	0.06
Results	0.55	0.53	0.51	0.55	0.55	0.54	0.51	0.59	0.54	0.55	0.5	0.57	
Uncertainties	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	
5 percentile	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.46	0.51	0.45	0.48	0.45	0.49	Uncertainty
mean	0.52	0.51	0.51	0.52	0.52	0.53	0.51	0.56	0.51	0.54	0.5	0.54	Uncertainty
95 percentile	0.58	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58	0.57	0.62	0.57	0.59	0.56	0.6	Uncertainty
pairwise	16%	13%	13%	17%	19%	21%	12%	50%	12%	26%	9%	31%	Uncertainty
absolute	<5%	<5%	<5%	<5%	5%	6% <5%	37% <5%	9% <5%	9% <5%	9% <5%	14%	Uncertainty	

\$, aquifer, xboundary uncertainty - 12

FE	1
GE	2
GC	3
FB	4
FC	5
BE	6
BB	7
BC	8
GB	9
BD	10
FD	11
GD	12

<i>Lowest Level</i>	<i>B-B</i>	<i>B-C</i>	<i>B-D</i>	<i>B-E</i>	<i>F-B</i>	<i>F-C</i>	<i>F-D</i>	<i>F-E</i>	<i>G-B</i>	<i>G-C</i>	<i>G-D</i>	<i>G-E</i>	<i>Model Weights</i>
Present Value	0.54	0.51	0.5	0.54	0.33	0.3	0.37	0.33	0.56	0.56	0.59	0.57	0.19
Environmental Impact	0.63	0.68	0.83	0.68	0.5	0.68	0.75	0.68	0.43	0.65	0.63	0.6	0.14
Percentage of Reused Effluent	0	0	0	0	0.28	0.28	0.16	0.36	0.28	0.28	0.16	0.36	0.13
Reason for Recharge Extraction	0	0	0	0	0.38	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0	0.38	0.09
Risk of Implementation and Confidence	0.75	0.76	0.68	0.72	0.7	0.71	0.64	0.68	0.7	0.71	0.64	0.68	0.13
Relative Contribution of the Main Source	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.69	0.69	0.69	0.69	0.18
Quantity and Location of Discharges	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	1	0.75	0.5	1	0.09
Efficient Sludge Disposal or Reuse	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.06
<b>Results</b>	0.55	0.53	0.51	0.55	0.56	0.56	0.5	0.6	0.57	0.58	0.5	0.6	

Max                                    0.60 GE                            FE  
 Min                                    0.50 GD

### 13 Ranking

GE	1
FE	2
GC	3
GB	4
FB	5
FC	6
BE	7
BB	8
BC	9
BD	10
FD	11
GD	12